

UNIVERSIDADE FEDERAL DOS VALES DO JEQUITINHONHA E MUCURI

Programa de Pós Graduação em Produção Vegetal

Ari Medeiros Braga Neto

CALAGEM NA CULTURA DA FISALIS

**Diamantina
2017**

Ari Medeiros Braga Neto

CALAGEM NA CULTURA DA FISALIS

Dissertação apresentada ao programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, como requisito para obtenção do título de Mestre.

Orientador: Prof. Dr. Enilson de Barros Silva

**Diamantina
2017**

Ficha Catalográfica – Serviço de Bibliotecas/UFVJM
Bibliotecário Anderson César de Oliveira Silva, CRB6 – 2618.

B813a

Braga Neto, Ari Medeiros
Calagem na cultura da fisalis / Ari Medeiros Braga Neto. –
Diamantina, 2017.
37 f. : il.

Orientador: Enilson de Barros Silva

Dissertação (Mestrado – Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal) - Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri.

1. *Physalis peruviana* L. 2. Índices de acidez. 3. Concentração de nutrientes. I. Título. II. Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri.

CDD 631.8

Elaborado com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Ari Medeiros Braga Neto

CALAGEM NA CULTURA DA FISALIS

Dissertação apresentada ao programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, como requisito para obtenção do título de Mestre.

Orientador: Prof. Dr. Enilson de Barros Silva

Data de aprovação 19 /06/2017

Profa. Dra. Maria do Céu Monteiro da Cruz - UFVJM
Faculdade de Ciências Agrárias - UFVJM

Prof. Dr. José Roberto de Paula – IFMG-SJE
Instituto Federal de Minas Gerais - IFMG

Prof. Dr. Enilson de Barros Silva – UFVJM
Faculdade de Ciências Agrárias - UFVJM

**Diamantina
2017**

OFEREÇO

A DEUS, por ter me concedido a graça de concluir mais uma etapa de minha caminhada com sucesso e ter me proporcionado saúde e sabedoria para suportar esta jornada, sabendo lidar com todas as situações vivenciadas durante este período.

Aos meus pais “Juninho e Pretta”, que com grande esforço e amor, juntos formam alicerce de minha formação.

Às minhas irmãs Renata e Karla pelo constante incentivo.

À minha namorada Ramony, pelo apoio e compreensão.

E a todos que acreditaram em mim.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a DEUS pelo dom da vida e pela graça alcançada.

Aos meus pais “Juninho e Pretta”, pelo apoio, carinho, compreensão e amor.

Às minhas irmãs Renata e Karla, pelo constante incentivo.

À minha namorada Ramony pelo carinho e compreensão.

À Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM) pela oportunidade de realização do curso e pela contribuição à minha formação acadêmica.

À Coordenadoria de Aperfeiçoamento do Pessoal de Nível Superior (CAPES), Fundação de Amparo à pesquisa de Minas Gerais (FAPEMIG), Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

Ao professor Enilson de Barros Silva, pela orientação, pela confiança, amizade, paciência e todos os ensinamentos transmitidos, que certamente levarei por toda a vida.

Ao professor Alisson do Instituto Federal de Minas Gerais - São João Evangelista, pelo constante incentivo e apoio ao longo de toda esta jornada.

A todos os professores, funcionários e colaboradores do Programa de Pós-graduação em Produção Vegetal da UFVJM.

Aos técnicos de laboratório da UFVJM Múcio, Abraão, Fabiano e Eglerson pela amizade e ajuda nas análises laboratoriais.

Aos amigos do Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal.

RESUMO

A *Physalis peruviana* L.) é uma planta herbácea da família Solanaceae. É uma espécie produtora de frutos comestíveis com sabor azedo e adocicado, caracterizados como uma baga carnosa. Possui grande potencial de cultivo que vem despertando a atenção de produtores, comerciantes e consumidores. O objetivo deste trabalho foi avaliar a necessidade calagem, determinar a saturação de alumínio tolerada, saturação por bases desejada e o requerimento de cálcio e magnésio para a cultura da *Physalis*. Foi utilizado delineamento inteiramente casualizado com cinco repetições. Foi aplicado calcário dolomítico com a concentração de 380 g kg⁻¹ de óxido de cálcio e 125 g kg⁻¹ de óxido de magnésio, com poder de neutralização total de 90 %, nas necessidades de calagem (NC) de 0, 0,6, 1,4 e 2,3 t ha⁻¹ para Neossolo Quartzarênico (NQ) e 0, 0,8, 1,8 e 2,8 t ha⁻¹ para Latossolo Vermelho distrófico (LVd). A altura das plantas, diâmetro do coleto, massa seca da parte aérea, massa seca de raízes, produção, diâmetro longitudinal e diâmetro transversal dos frutos de *Physalis* foram submetidos à análise variância multivariada por meio do processo da variável canônica de análise de variância conjunta das NC e tipo de solo. Equações de regressão linear foram ajustadas para cada variável em função das NC para cada tipo de solo. Valores ótimos de desenvolvimento da *Physalis* para índices de acidez do solo e para concentrações ótimas de macro e micronutrientes na folha diagnóstico foram obtidos substituindo a NC recomendada nas equações de regressão. Os valores máximos para todos os atributos avaliados foram obtidos com a aplicação de 1,6 t ha⁻¹ para NQ e 2,0 t ha⁻¹ para LVd. A calagem é uma prática essencial para o cultivo da *Physalis peruviana* L. em solos ácidos, onde objetiva-se alcançar maiores produtividades. Os padrões determinados para saturação de alumínio tolerada, saturação por bases desejada e requerimento de cálcio e magnésio são: 5,0 %, 67 % e 2,5 cmol_c dm⁻³, respectivamente.

Palavras chave: *Physalis peruviana* L. Índices de acidez. Concentração de nutrientes.

ABSTRACT

Physalis (*Physalis peruviana* L.) is an herbaceous plant of the Solanaceae family. It is a species that produces edible fruits with a sour and sweet flavor, characterized as a fleshy berry. It has great potential for cultivation that has been attracting the attention of producers, traders and consumers. The objective of this work was to evaluate the liming requirement, to determine the tolerated aluminum saturation, the desired base saturation and the calcium and magnesium requirement for the physalis crop. A completely randomized design with five replications was used. Calcium oxide with a concentration of 380 g kg⁻¹ of calcium oxide and 125 g kg⁻¹ of magnesium oxide, with total neutralization power of 90%, was applied to liming requirements (LR) of 0, 0.6, 1.4 and 2.3 t ha⁻¹ for Typic Quartzipsamment (TQ) and 0, 0.8, 1.8 and 2.8 t ha⁻¹ for Rhodic Hapludox (RH). The height of the plants, shoot diameter, shoot dry mass, root dry mass, yield, longitudinal diameter and transverse diameter of the fruits of *Physalis* were submitted to multivariate analysis using the canonical variable of analysis of variance LR and soil type. Linear regression equations were adjusted for each variable as a function of LR for each soil type. Optimum values of *Physalis* development for soil acidity indexes and for optimal concentrations of macro and micronutrients in the diagnostic leaf were obtained by substituting the recommended LR in the regression equations. The maximum values for all evaluated attributes were obtained with the application of 1.6 t ha⁻¹ for TQ and 2.0 t ha⁻¹ for RH. Liming is an essential practice for the cultivation of *Physalis peruviana* L. in acid soils, where it is aimed to achieve higher yields. The determined standards for tolerated aluminum saturation, desired base saturation and calcium and magnesium requirements are: 5.0 %, 67 % and 2.5 cmol_c dm⁻³, respectively.

Keywords: *Physalis peruviana* L. Acidity indexes. Concentration of nutrients.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Escore da variável canônica da análise multivariada em função das necessidades de calagem em dois solos ácidos.....	25
--	----

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Atributos químicos e texturais antes da correção da acidez e da adubação básica dos solos.....	21
Tabela 2 - Valores médios de altura de plantas (AP), diâmetro do coleto (DC), massa seca da parte aérea (MSPA) e de raízes (MSR), produção, diâmetro longitudinal (DL) e diâmetro transversal (DT) dos frutos de <i>fisalis</i> e; resultado na análise de variância e da variável canônica (VC) em função das necessidades de calcário (NC) em dois solos ácidos.....	24
Tabela 3 - Equações de regressão linear e coeficientes de determinação (R^2) para os atributos químicos dos solos (\hat{y}) em função das doses de calcário (x , t ha ⁻¹) para dois solos ácidos e o valor para o máximo desenvolvimento da <i>fisalis</i>	27
Tabela 4 - Equações de regressão linear e coeficiente de determinação (R^2) para concentração de nutrientes (\hat{y}) na folha diagnóstico de <i>fisalis</i> em função das doses de calcário (x , t ha ⁻¹) para dois solos ácidos e o valor para o máximo desenvolvimento da <i>fisalis</i>	30

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	16
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	17
2.1 A prática da calagem.....	17
2.2 A cultura da físalis.....	19
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	20
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	23
4.1 Desenvolvimento da físalis.....	23
4.2 Efeito da calagem sobre as propriedades químicas do solo.....	26
4.3 Índices ótimos de acidez do solo.....	28
4.4 Efeitos da calagem sobre a nutrição da físalis.....	29
5 CONCLUSÕES.....	32
REFERÊNCIAS	33

1 INTRODUÇÃO

Com grande importância no setor do agronegócio, a fruticultura tem contribuído de forma significativa para o crescimento da economia brasileira. O cultivo de pequenos frutos e seu reconhecimento como atividade econômica ainda é recente. Porém, nos últimos anos vem despertando a atenção de produtores, comerciantes e consumidores. Diante disso, a cultura da *Physalis peruviana* L. (físalis) destaca-se devido seu grande potencial de cultivo e comercialização em várias regiões do Brasil.

A necessidade de aumentar cada vez mais a produção de alimentos é realidade. Atender a demanda de mercado e o crescente interesse de consumidores por alimentos se tornou um desafio. Desafio que tem por princípios, proporcionar condições de cultivo nos diversos tipos de solos brasileiros que se caracterizam, em sua maioria, por terem um baixo pH, uma baixa saturação por bases (V%) e elevado teor de alumínio trocável (Al^{3+}).

A calagem é uma técnica fundamental de correção de solos ácidos. É uma prática já consolidada que consiste na aplicação de calcário junto ao solo. Tendo como principais objetivos; a neutralização do Al^{3+} , elevação do pH do solo e da V% de acordo com a necessidade de cada cultura. Além disso, a calagem apresenta outros benefícios, destacando-se: o fornecimento de cálcio (Ca^{2+}) e magnésio (Mg^{2+}) às plantas, aumento da disponibilidade de outros nutrientes e a elevação da capacidade de troca de cátions (T). Uma das formas para estimar a necessidade de calagem é pelo método da saturação por bases (V%). Neste processo é levado em consideração atributos como T e V% do solo.

Para a cultura físalis, informações sobre padrões químicos e condições ideais de cultivo dos solos são escassas. Cálculos de calagem são na maioria das vezes, baseados nas informações existentes para outras culturas de características semelhantes. O tomate é um exemplo de cultura que vem servindo de base para recomendações de calagem e adubação.

A falta dessas informações pode levar a erros de omissão ou excesso no uso de insumos. Gastos econômicos desnecessários e a expressão de distúrbios metabólicos resultantes do suprimento insuficiente ou elevado de determinado nutriente são fatores cruciais no cultivo de plantas como um todo. O estabelecimento de padrões de cultivo e a adoção de técnicas mais específicas de manejo que possibilitem maiores ganhos em produtividade são essenciais para que a cultura da físalis possa atingir maiores patamares na cadeia produtiva do agronegócio brasileiro.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a necessidade calagem, determinar a saturação de alumínio tolerada, saturação por bases desejada e o requerimento de cálcio e magnésio para a cultura da *fisalis*.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 A prática da calagem

Os solos ácidos ocupam cerca de um terço dos solos presentes em todo o mundo (SIKIRIC et al., 2011), estes representam algumas das regiões produtoras de alimentos mais importantes do globo (BEATON & NELSON, 2005). A acidez do solo tem sido o principal fator limitante das atividades agrícolas nos trópicos e subtropicais (SANTOS et al., 2016; LI et al., 2016; KOSTIC et al., 2015). De forma geral solos ácidos são deficientes em alguns nutrientes essenciais (BASAK & BISWAS, 2015) como N, Ca, B e Mo, apresentando também baixa disponibilidade de P para as plantas (BHAT et al., 2010; RABOIN et al., 2016) e um alto nível de espécies de Al rizotóxicas, principalmente Al^{3+} (MERIÑO-GERGICHEVICH et al., 2010; MIJANGOS et al., 2010; KOSTIC et al., 2015).

Processos de lixiviação de cátions, principalmente Ca^{2+} e Mg^{2+} , permitem que o complexo de troca de cátions do solo se torne dominado por íons H^+ e Al^{3+} , resultando em uma fitotoxicidade para as plantas (MIJANGOS et al., 2010) e a formação de um solo ácido (FERNANDES, 2006; TROEH & THOMPSON, 2007).

A necessidade de aumentar a produção tem implicado na melhoria de solos com restrições em fertilidade. Deste modo, o equilíbrio entre os nutrientes no sistema solo-planta passa a ser um fator limitante fundamental (PRADO, 2008). Manter o pH do solo entre 6,0 a 6,5 é recomendado para se obter uma estabilidade nas características químicas do solo (SOUSA; MIRANDA & OLIVEIRA, 2007; ROTHWELL; ELPHINSTONE & DODD, 2015). Em pH menores que 5,5, a dissolução das formas de Al tende a aumentar (FERNANDES, 2006), ocorrendo um declínio da produção que está associada a solos ácidos (MANNA et al., 2007).

Amplamente praticada para aumentar a produtividade de solos ácidos (BHAT et al., 2010), a calagem é considerada uma prática essencial do sistema agrícola (SIKIRIC et al., 2011; SIUTA & ŻUKOWSKI, 2015). Causa a diminuição das concentrações tóxicas de Al (RABOIN et al., 2016; LI et al., 2016), Mn e também a diminuição de Fe (SIKIRIC et al., 2011). Os teores de Cu e Zn disponíveis diminuem significativamente após a calagem do solo (CHATZISTATHIS; ALIFRAGIS & PAPAIOANNOU, 2015). Provoca diminuição, em

longo prazo, da acidez do solo e aumento na saturação de bases na camada orgânica e mineral do solo (SAARSALMI et al., 2011). Enquadra-se como uma das mais eficientes e prevalentes maneiras de corrigir a acidez do solo, reduzindo as restrições relacionadas com a acidez (MOREIRA & FAGERIA, 2010). Além disso, há um incremento na proporção de Ca e Mg no solo (LI et al., 2016), quando a adição é de calcário dolomítico, contribuindo para melhorar o balanço de cátions no solo (ROVEDA et al., 2012).

Aplicações de calcário de acordo com o requerimento de cada solo e planta são essenciais para o máximo retorno na resposta de fertilizantes. A calagem é muitas vezes negligenciada no programa de fertilidade, porque as respostas não são, muitas vezes, tão visuais como as obtidas por meio da adubação com N, P ou K (BEATON & NELSON, 2005). A dificuldade na neutralização da acidez subsuperficial tem sido atribuída à lenta solubilidade do calcário, o que limita o fluxo descendente da alcalinidade. Embora existam práticas alternativas, como a incorporação profunda de calcário, ou o uso de sais mais solúveis, como o gesso agrícola, tais operações sofrem restrições de ordem técnica ou econômica, que podem inviabilizar sua utilização (FERNANDES, 2006).

Alguns produtos como a cinza da casca de arroz vêm sendo testado como corretivos de acidez. Reagem mais rapidamente em relação ao calcário, mas possuem eficácia baixa devido ao valor de neutralização muito baixo (cerca de 1%) (ISLABÃO et al., 2014). A reação do calcário é mais rápida no primeiro ou segundo ano, depois declina gradualmente. Normalmente são necessários dois anos para atingir o pH máximo resultante da aplicação de calcário. A partir daí a taxa de reação torna-se mais lenta que a taxa de lixiviação e o pH tende a diminuir gradualmente (TROEH & THOMPSON, 2007).

Do ponto de vista prático, a calagem serve para melhorar o potencial de aquisição de P pelas plantas (KOSTIC et al., 2015). Com a neutralização da acidez do solo pela calagem, há um aumento da eficiência dos fertilizantes, principalmente os fosfatados solúveis. Essas são condições adequadas para o crescimento de diversas espécies (TIECHER et al., 2013; CHATZISTATHIS; ALIFRAGIS & PAPAIOANNOU, 2015).

A adição de calcário no solo melhora as condições e atividades biológicas (MANNA et al., 2007), promovendo o aumento da quantidade de biomassa microbiana (NARENDRULA-KOTHA & NKONGOLO, 2017). Também é uma técnica usada comumente para restauração de florestas em áreas que foram acidificadas (FOREY; TRAP & AUBERT, 2015), aumentando a disponibilidade de nutrientes e diminuindo a acidez do solo (OUIMET & MOORE, 2015).

2.2 Cultura da *Physalis*

A *Physalis* é uma planta arbustiva de hábito decumbente e ramificações muito densas. Seu fruto é uma baga envolta pelo cálice, popularmente chamado capulho (RUFATO & RUFATO, 2008). Pertence à família das Solanaceae e ao gênero *Physalis*, que conta com cerca de doze espécies na América do sul (SOARES et al., 2009).

O gênero *Physalis* contém várias espécies produtoras de frutos comestíveis de sabor azedo e adocicado (VARGAS-PONCE et al., 2016). Relatos históricos mostram a importância destes frutos como um alimento usado por muitas tribos no México e Estados Unidos, devido à presença de sementes em sítios arqueológicos. Este uso prolongado dos frutos como alimento assegura sua utilização no consumo humano, apesar de esta planta ser amplamente ignorada e descrita como uma erva daninha (KINDSCHER et al., 2012).

Estudos com populações de três espécies diferentes (*P. acutifolia*, *P. chenopodifolia* e *P. pubescens*) mostram que 78 % das espécies possuem potencial agrônomo, produzindo cerca de 9,9 a 18,5 t ha⁻¹. Isso revela a possibilidade de um recurso selvagem de excelentes propriedades nutricionais poder contribuir para a nutrição humana (MARES et al., 2016) e produção de medicamentos (KINDSCHER et al., 2012).

A *Physalis peruviana* L. é uma fruta exótica andina com alto valor nutricional e atraentes propriedades medicinais (PUENTE et al., 2011; RODRÍGUEZ et al., 2013). Atualmente, na América do Sul, países como Equador, Peru, Chile e Brasil vem aumentando a sua área de cultivo (FISCHER; ALMANZA-MERCHÁN & MIRANDA, 2014). Possui um alto valor agregado, podendo ser utilizada desde sua raiz até o fruto propriamente dito. As raízes e as folhas são ricas em propriedades medicinais que são utilizadas na farmacologia. O fruto é açucarado e com bom conteúdo de vitaminas A, C, Fe, P e fibras, muito utilizado na fabricação de geleias, doces, sucos e sorvetes (MUNIZ et al., 2014).

Na Colômbia, Chile, Peru, África Equatorial e na Europa, a *P. peruviana* L. é uma cultura frutífera apreciada, amplamente utilizada e cultivada, destinada ao consumo doméstico e à venda comercial (PUENTE et al., 2011), no Brasil ela tem boa aceitação pelo consumidor (BERTONCELLI et al., 2012). A diversidade de sabor, doçura e qualidade nutricional dos frutos são importantes atributos para o seu sucesso comercial (MARES et al., 2016).

Atualmente não existem informações consolidadas sobre a nutrição mineral, calagem e adubação da cultura de *Physalis* no Brasil. As necessidades de calagem e as quantidades de adubos a serem aplicadas em um cultivo de *Physalis* são muitas vezes baseadas em boletins-aproximação de cada região. Contudo, este boletins não contém parâmetros

específicos para a *Physalis peruviana* que possibilite seu cultivo nas diferentes regiões do Brasil. Gonçalves et al. (2012) recomenda que após a escolha da área para plantio da *Physalis*, uma análise de solo seja feita para verificar a necessidade de calagem. E que essa cultura desenvolve-se bem em solos ricos em matéria orgânica e com pH entre 5,5 a 6,8.

Para atender às necessidades futuras de produção de alimentos, os sistemas agrícolas precisam atuar maximizando os rendimentos tradicionalmente alcançados (ROTHWELL; ELPHINSTONE & DODD, 2015). A adoção de amplos intervalos para parâmetros químicos dos solos, como sendo ideais para o cultivo da *Physalis* pode subestimar o seu potencial produtivo. Assim sendo, é fundamental a busca pela determinação de atributos que promovam maiores incrementos em produtividade, permitindo que a *Physalis* atinja a expectativa de produtores que visam maiores rendimentos durante o cultivo.

3 MATERIAL E MÉTODOS

Este experimento foi conduzido em casa de vegetação, nas instalações do Departamento de Agronomia da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM) em Diamantina/MG, situada a 18° 15' S e 43° 36' W, a uma altitude de 1.250 m.

Para o plantio foram utilizados vasos, forrados com sacos plásticos contendo 3 kg de solo seco peneirado a 5 mm. Foram utilizados dois solos representativos da região de Diamantina/MG, caracterizados de acordo com o sistema de classificação dos solos brasileiros proposto por EMBRAPA (2006), como Neossolo Quartzarênico (NQ) Órtico típico e Latossolo Vermelho distrófico (LVd). Amostras desses solos foram coletas de modo homogêneo, secas ao ar, peneiradas em peneira de 2,0 mm de abertura, constituindo-se, assim, terra fina seca ao ar para análises químicas (SILVA, 2009) e de textura do solo (EMBRAPA, 1997) (Tabela 1).

As mudas de *Physalis peruviana* L. utilizadas foram produzidas a partir de sementes da Fazenda Experimental da Epamig/CTSM localizada na cidade de Maria da Fé no Sul de Minas Gerais. Foram semeadas de 2 a 3 sementes por células, em bandejas de isopor com 128 células. O substrato utilizado foi do tipo comercial 'Bioplant', a base de casca de pinus, esterco, serragem, fibra de coco, vermiculita, casca de arroz, cinza, gesso agrícola, termofosfato magnésiano e aditivos (fertilizantes). Após a emergência, as melhores plântulas foram selecionadas deixando-se somente uma muda por célula. As mudas permaneceram na bandeja por 90 dias sob irrigação diária por 10 min três vezes ao dia, até serem transplantadas. Ao fim deste período estas se apresentavam com um padrão médio de altura de 0,04 m e diâmetro do coleto de 2,4 mm.

Tabela 1: Atributos químicos e texturais antes da correção da acidez e da adubação básica dos solos.

Atributo	Unidade	NQ	LVd
pH _{água}	-	5,1	5,5
P	mg kg ⁻¹	0,2	0,2
K	mmol _c kg ⁻¹	0,4	0,2
Ca	mmol _c kg ⁻¹	6,7	8,1
Mg	mmol _c kg ⁻¹	3,5	3,9
Al	mmol _c kg ⁻¹	7,8	1,6
T	mmol _c kg ⁻¹	40,6	49,2
m	%	42,0	12,0
V	%	26,0	25,0
CO	g kg ⁻¹	3,5	5,2
CMAP	mg kg ⁻¹	120	250
Areia	g kg ⁻¹	830	310
Silte	g kg ⁻¹	110	180
Argila	g kg ⁻¹	60	510

pH_{água}: Relação solo:água 1:2,5. P e K: extrator Mehlich-1. Ca, Mg e Al: extrator KCl 1 mol L⁻¹. T: Capacidade de troca de cátions a pH 7,0. m: saturação de alumínio. V: Saturação por bases. CO: Carbono orgânico pelo método *Walkey-Black*. CMAP: capacidade máxima de adsorção de fósforo. Areia, silte e argila: Método da pipeta. NQ: Neossolo Quartzarênico Órtico típico. LVd: Latossolo Vermelho distrófico.

Utilizou-se delineamento inteiramente casualizado, com cinco repetições. Os cálculos de necessidade de calagem foram realizados pelo método da saturação por bases (ALVAREZ & RIBEIRO, 1999) para elevar a saturação por bases 40, 60 e 80% e um tratamento controle em cada tipo de solo. Foi aplicado calcário dolomítico com a concentração de 380 g kg⁻¹ de óxido de cálcio e 125 g kg⁻¹ de óxido de magnésio, resultando em um poder de neutralização total de 90%. As necessidades de calagem foram 0, 0,6, 1,4 e 2,3 t ha⁻¹ para NQ e 0, 0,8, 1,8 e 2,8 t ha⁻¹ para LVd. Os solos ficaram incubados por um período de 15 dias, sendo mantido úmido, com 60 % da capacidade de campo para ocorrência da reação do calcário no solo.

A adubação básica para plantas de *fisalis* foi a recomendada para cultivo em vaso proposta por Malavolta (1980), sendo as doses em mg kg⁻¹: 150 de N; 150 de K; 50 de S; 1,0 de B; 1,5 de Cu; 5,0 de Fe; 4,0 de Mn e 5,0 de Zn, cujas fontes utilizadas foram reagentes puro para análise: NH₄NO₃; KNO₃; (NH₄)₂SO₄; H₃BO₃; CuCl₂.5H₂O; FeSO₄.7H₂O-EDTA; MnCl₂.H₂O e ZnSO₄.7H₂O, respectivamente. A adubação fosfatada foi estipulada com base na capacidade máxima de adsorção de fósforo de cada solo (Tabela 1), estimada a partir dos dados da segunda região da isoterma de Langmuir (SPARKS, 1995). Assim, a dose de P foi de 120 mg kg⁻¹ para NQ e de 250 mg kg⁻¹ para LVd. As amostras de solo foram novamente incubadas por 15 dias, e manteve-se a umidade a 60% da capacidade de campo. Foram realizadas três aplicações a cada 15 dias em cobertura de 50 mg kg⁻¹ de N, na forma de ureia.

Após a aplicação dos tratamentos e antes do transplântio das mudas de *fisalis*, foi retirada uma nova amostra de solo de cada tratamento, para análise química (SILVA, 2009). Por se tratar de vasos com uma pequena quantidade de solo (3 kg), a amostragem do solo foi feita com o auxílio de um cano de policloreto de vinila (PVC) de ½ polegada com 0,40 m de comprimento, sendo feito quatro furos em toda a extensão do vaso com solo. Os vasos foram irrigados diariamente com água destilada para manter a umidade do solo em 60 % da capacidade de campo em todo o período experimental.

Após 75 dias do plantio, quando as plantas começaram a florescer foram feitas as medições da altura da parte aérea a partir do colo da planta e medições do diâmetro do coleto a 0,02 m do colo, com o uso de paquímetro.

As folhas para diagnóstico do estado nutricional foram coletadas durante o florescimento para determinação da concentração de nutrientes (MALAVOLTA; VITTI & OLIVEIRA, 1997). A definição das folhas a serem coletas foi feita em estudo prévio ainda não publicado, sendo uma folha completa, composta de pecíolo e limbo, localizada no terço médio das plantas, determinada como sendo a ‘folha diagnóstico’.

À medida que as plantas produziam fruto, estes foram coletados quando se encontravam maduros com coloração alaranjada e cálice seco com aspecto transparente. Posteriormente, os frutos foram pesados e dimensionados quanto ao diâmetro longitudinal e transversal. A pesagem dos frutos foi feita considerando-se padrões de comércio, em que o cálice que envolve o fruto também faz parte do peso, já para o dimensionamento dos diâmetros, o cálice foi retirado e mediram-se somente os diâmetros do fruto.

Aos 120 dias após o plantio das mudas foi quantificada a massa seca da parte aérea e das raízes. Para quantificação da massa seca das raízes, as raízes foram removidas do solo e lavadas em água corrente. Para obtenção da massa seca da parte aérea e das raízes, o material foi colocado em uma estufa de circulação forçada de ar a 65 °C, até atingir peso constante.

Os dados de altura de plantas, diâmetro do coleto, massa seca da parte aérea, massa seca das raízes, produção, diâmetro longitudinal e transversal dos frutos de *fisalis* foram submetidos à análise variância multivariada por meio do processo da variável canônica (HAIR et al., 2009) de análise de variância conjunta das necessidades de calagem e tipo de solo. Com a variável canônica de maior autovalor obtiveram-se os escores a partir do vetor observação de cada unidade experimental das variáveis avaliadas, reduzindo-o para um único valor. Tais escores foram submetidos à análise de variância conjunta que constaram do estudo das necessidades de calagem e tipo de solo. As equações de regressão linear foram ajustadas

para os escores médios da variável canônica em função das necessidades de calagem para cada tipo de solo. A partir das equações obtidas, estimaram-se a necessidade de calagem para obter o máximo valor da variável canônica para cada tipo de solo.

Os dados de atributos químicos do solo e concentração de nutrientes na folha diagnóstico foram submetidos à análise de variância univariada. Equações de regressão linear foram ajustadas para cada variável em função das necessidades de calagem para cada tipo de solo. Os valores ótimos de desenvolvimento da físalis para índices de acidez do solo e as concentrações ótimas de nutrientes para o máximo desenvolvimento das plantas de físalis foram obtidas substituindo a necessidade de calagem para o máximo valor da variável canônica para cada tipo de solo nas equações de regressão linear que expressam a relação entre a necessidade de calagem e cada variável.

Os atributos químicos do solo de saturação de cálcio, saturação de magnésio e saturação de potássio foram obtidos pela relação entre o teor do nutriente x 100, dividido pela capacidade de troca de cátions do solo a pH 7,0.

O programa SAS para Windows, incluindo os procedimentos PROG GLM e REG, foram utilizados para as análises estatísticas.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Desenvolvimento da físalis

Os resultados da análise de variância multivariada mostrou interação significativa entre os tipos de solos e a necessidade de calagem para as variáveis avaliadas ($p < 0,01$) (Tabela 2). A interação da variável canônica (VC) pelo modelo multivariado apresentou uma variação total de 93 % (Tabela 2). Sendo um valor adequado em estudos que utilizou esta técnica (HAIR et al., 2009).

A análise de variância realizada nos resultados calculados de cada unidade experimental para cada parâmetro avaliado revelou uma interação significativa pelo teste F ($p < 0,01$) entre os dois solos ácidos e as necessidades de calagem aplicadas (Tabela 2). As equações de regressão foram ajustadas para as necessidades de calagem e os escores da VC para cada tipo de solo (Figura 1). A equação quadrática foi a que melhor explicou a variação da VC em função das necessidades de calagem para cada solo (Figura 1). As necessidades de calagem para o máximo desenvolvimento da físalis foram obtidos com a aplicação de 1,6 t ha⁻¹ para o NQ e de 2,0 t ha⁻¹ para o LVd de calcário dolomítico. Estes resultados mostram que o

desenvolvimento da físalis é influenciado pela quantidade de calcário que é aplicada ao solo e ao tipo de solo no qual a cultura é cultivada.

Tabela 2: Valores médios de altura de plantas (AP), diâmetro do coleto (DC), massa seca da parte aérea (MSPA) e de raízes (MSR), produção, diâmetro longitudinal (DL) e diâmetro transversal (DT) dos frutos de físalis e; resultado na análise de variância e da variável canônica (VC) em função das necessidades de calcário (NC) em dois solos ácidos.

NC	AP	DC	MSPA	MSR	Produção	DL	DT	VC ^a
t ha ⁻¹	--cm--	--mm--	-----g vaso ⁻¹ -----			-----cm-----		
Neossolo Quartzarênico								
0	36,50	7,78	13,97	9,70	28,77	1,15	1,10	2,06
0,6	47,24	9,94	21,78	17,85	56,95	1,45	1,44	3,07
1,4	52,88	11,22	26,77	31,75	78,44	1,50	1,51	3,77
2,3	51,18	10,80	25,34	26,83	71,20	1,45	1,45	3,49
Latosolo Vermelho distrófico								
0	52,74	7,36	22,24	36,14	60,09	1,31	1,38	2,80
0,8	56,60	10,10	19,30	34,08	65,55	1,56	1,53	3,20
1,8	58,90	10,96	23,64	37,07	69,23	1,61	1,65	3,59
2,8	41,30	9,64	17,40	26,01	64,67	1,54	1,51	3,41
Teste de Lambda de Wilks								Teste F
Solo					4,56**			46,03**
NC					20,21**			34,12**
Solo * NC					3,52**			45,56**

^a Variável canônica: VC = $-0,03463 \times AP + 0,15057 \times DC + 0,02998 \times MSPA + 0,01938 \times MSR + 0,01003 \times$
Produção + $0,18854 \times DL + 0,94572 \times DT$ com autovalor = 93%.

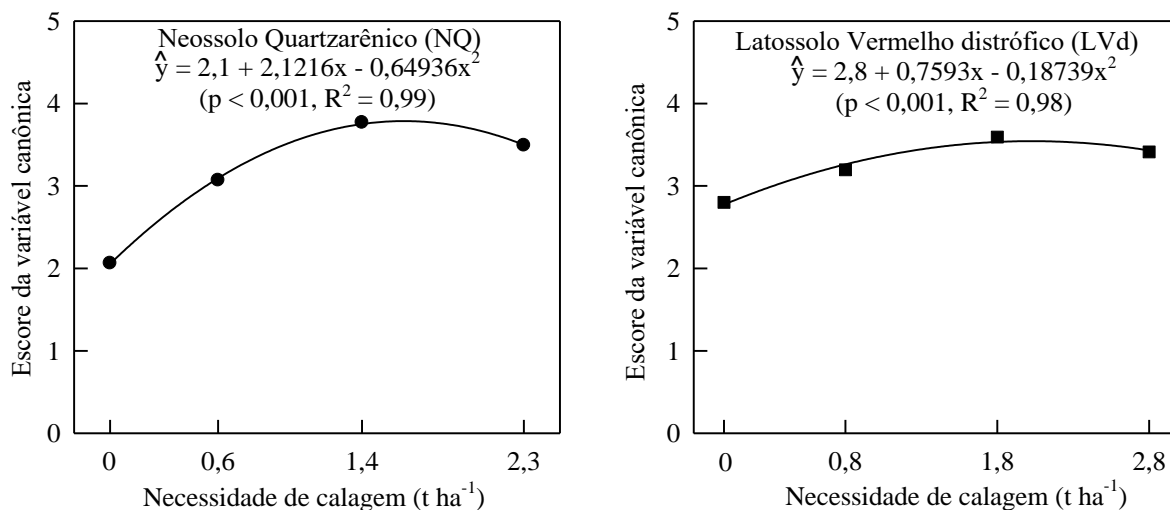
**Significativo a 1% pelo teste de F

A calagem promoveu maior desenvolvimento da físalis em ambos os solos (NQ e LVd) (Figura 1). O aumento na produção e tamanho dos frutos quando aplicado o calcário (Tabela 2), mostra que a acidez dos solos tem sido um dos principais fatores limitantes das atividades agrícolas (SANTOS et al., 2016; LI et al., 2016; KOSTIC et al., 2015). A acidez dos solos também impossibilita a introdução de novas culturas com grande potencial de produção (VARGAS-PONCE et al., 2016), inclusive para a cultura da físalis que se mostra responsiva à aplicação de calcário. Na cultura do melão a maior produtividade foi obtida com o uso de 2,0 t ha⁻¹ de calcário, sendo atribuído a este fato a neutralização do Al³⁺ e ao aumento do pH do solo (FARIA, COSTA & FARIA, 2003).

Além do baixo pH do solo, principalmente para NQ (5,1) (Tabela 1), as respostas à calagem também podem estar relacionadas com a baixa saturação por bases (NQ - 26% e LVd - 25%) e à concentração de Al trocável (Tabela 1). A calagem causa a diminuição ou eliminação das concentrações tóxicas de Al (CAIRES et al., 2006; RABOIN et al., 2016; LI et al., 2016), e um aumento da disponibilidade de Ca e Mg, contribuindo para o melhor balanço

de cátions e elevar a saturação por bases do solo (MOREIRA & FAGERIA, 2010; ROVEDA et al., 2012).

Figura 1: Escore da variável canônica da análise multivariada em função das necessidades de calagem em dois solos ácidos.



Apesar do maior desenvolvimento da fisalis, estimado pela VC (Tabela 2), ter sido observado no cultivo em NQ, as quantidades de calcário que promoveram o máximo desenvolvimento apresentaram-se com valores relativamente próximos para ambos os solos, sendo 1,6 e 2,0 t ha⁻¹ para o NQ e LVd, respectivamente. Embora próximos, os valores ótimos da quantidade de calcário para os dois solos podem estar sofrendo influência da capacidade de tamponamento de cada solo. A capacidade de tamponamento dos solos é influenciada pelos fatores que vão deste a capacidade de troca catiônica (T), pH do solo, teor de argila e de matéria orgânica presente no solo (MENDONÇA & ROWELL, 1996). No LVd todos estes fatores se encontravam superiores em relação ao NQ (Tabela 1), principalmente o teor de argila. Devido ao maior teor de argila no LVd, a quantidade ideal de calcário para favorecer o desenvolvimento máximo da fisalis foi maior que o NQ. À medida que o teor de argila aumenta, é necessária uma quantidade maior de calcário para atingir o crescimento máximo e, ou rendimento de culturas (FAGERIA; STONE & MOREIRA, 2008).

A aplicação de calcário é amplamente praticada para aumentar a produtividade de solos ácidos (BHAT et al., 2010). É considerada uma parte essencial do sistema de agricultura (SIUTA & ŻUKOWSKI, 2015; SIKIRIC et al., 2011), e que vem sendo correlacionada de maneira positiva com a melhoria da produtividade, crescimento, desenvolvimento e qualidade de muitas culturas, podendo-se citar a soja (CAIRES et al., 2006), feijão (FAGERIA, STONE & MOREIRA, 2008), alfafa (MOREIRA & FAGERIA, 2010), mostarda e arroz (BHAT et

al., 2010), framboesa (SIKIRIC et al., 2011), trigo (KOSTIC et al., 2015) espécies florestais (LI et al., 2016; OUIOMET & MOORE, 2015; CHATZISTATHIS; ALIFRAGIS & PAPAIOANNOU, 2015), pinhão manso (SILVA et al., 2016), mandioca (ANIKWE; EZE & IBUDIALO, 2016), milho (RABOIN et al., 2016), entre outras.

A acidez do solo é uma das condições de solo que afeta o desenvolvimento da físalis, por isso deve ser corrigida com a adição de calcário, para que melhores rendimentos da planta sejam obtidos. A curva de resposta da físalis submetida à elevação das necessidades de calcário mostra que independentemente do tipo de solo, a calagem se apresenta como uma prática essencial.

Além da correção da acidez pelo uso do calcário, ocorrem também outros benefícios indiretos, como uma melhoria nas condições e atividades biológicas, principalmente quanto à fixação biológica de N_2 e à colonização de fungos micorrízicos, promovendo também maior mineralização da matéria orgânica (SOUSA; MIRANDA & OLIVEIRA, 2007). Há diminuição nas concentrações tóxicas de Mn, Fe (SIKIRIC et al., 2011), Cu e Zn (CHATZISTATHIS; ALIFRAGIS & PAPAIOANNOU, 2015). Tudo isso propicia condições para o melhor crescimento do sistema radicular, aumentando a absorção de água e nutrientes e consequente desenvolvimento das plantas.

Estudos mais aprofundados em relação à correção de solo utilizando calcário em outras culturas mostram que há uma série de medidas que devem ser observadas, tais como o método de aplicação do calcário, profundidade de alcance pretendida, textura do solo, teor de matéria orgânica do solo, pH, tempo e, ou frequência de aplicação, ingredientes e custo de correção do solo (TAKASU et al., 2006). Conhecer a relação entre a acidez do solo e o crescimento e desenvolvimento das plantas é fundamental para o estabelecimento de práticas de correção do solo que visem à maior eficiência dos sistemas de produção agrícola (SOUSA; MIRANDA & OLIVEIRA, 2007).

Com base na capacidade de resposta da físalis em relação à calagem o próximo passo é parametrizar os fatores que envolvem todo o processo de uma calagem bem feita. Reunir informações que consigam somar melhores resultados quanto a um maior desenvolvimento e consequentes aumento em produtividade torna a expansão do cultivo da físalis mais fácil para produtores de uma forma geral.

4.2 Efeito da calagem sobre os atributos químicos do solo

Uma interação significativa entre o tipo de solo e as necessidades de calagem ($p < 0,01$) foi encontrada em todos os atributos químicos do solo avaliados ($p < 0,01$). As equações

de regressões lineares foram ajustadas para os atributos químicos do solo em função das necessidades de calagem (x , t ha⁻¹) para cada solo (Tabela 3).

Tabela 3: Equações de regressão linear e coeficientes de determinação (R^2) para os atributos químicos dos solos (\hat{y}) em função das doses de calcário (x , t ha⁻¹) para dois solos ácidos e o valor para o máximo desenvolvimento da físalis.

Atributo químico	Equação de regressão linear	R^2	Teste F	Valor
Neossolo Quartzarênico				
pH _{água}	$\hat{y} = 5,1 + 0,6583x$	0,91	29,4**	6,2
K (mmol _c kg ⁻¹)	$\hat{y} = 5,3 - 0,1878x$	0,89	25,5**	5,0
Ca (mmol _c kg ⁻¹)	$\hat{y} = 6,7 + 6,6117x$	0,99	526,7**	17,3
Mg (mmol _c kg ⁻¹)	$\hat{y} = 3,1 + 1,7212x$	0,94	30,3**	5,9
Al (mmol _c kg ⁻¹)	$\hat{y} = 8,2 - 3,8987x$	0,85	21,6**	2,0
Saturação de Al (m%)	$\hat{y} = 33,1 - 15,9473x$	0,86	22,7**	7,6
Saturação por bases (V%)	$\hat{y} = 36,7 + 20,0001x$	0,99	113,9**	68,7
Saturação de Ca (%)	$\hat{y} = 16,4 + 16,1261x$	0,99	428,6**	42,2
Saturação de Mg (%)	$\hat{y} = 7,4 + 4,2127x$	0,97	41,5**	14,1
Saturação de K (%)	$\hat{y} = 13,0 - 0,4581x$	0,89	23,5**	13,7
Latossolo Vermelho distrófico				
pH _{água}	$\hat{y} = 5,9 + 0,3507x$	0,96	42,8**	6,6
K (mmol _c kg ⁻¹)	$\hat{y} = 4,2 - 0,0867x$	0,99	32,5**	4,0
Ca (mmol _c kg ⁻¹)	$\hat{y} = 8,5 + 6,4086x$	0,99	712,8**	21,3
Mg (mmol _c kg ⁻¹)	$\hat{y} = 3,6 + 1,7664x$	0,98	112,5**	7,1
Al (mmol _c kg ⁻¹)	$\hat{y} = 0,9 - 0,2077x$	0,80	27,6**	0,5
Saturação de Al (m%)	$\hat{y} = 4,9 - 1,6284x$	0,80	28,0**	1,6
Saturação por bases (V%)	$\hat{y} = 32,6 + 16,1766x$	0,99	304,5**	65,0
Saturação de Ca (%)	$\hat{y} = 17,0 + 12,8172x$	0,99	712,0**	42,6
Saturação de Mg (%)	$\hat{y} = 7,3 + 3,5327x$	0,98	122,3**	14,4
Saturação de K (%)	$\hat{y} = 8,3 - 0,1733x$	0,99	210,2**	8,0

** Significativo a 1%.

A calagem aumentou o pH dos solos, os teores e as saturações de Ca e Mg e a saturação por bases (V). Por outro lado, reduziu os teores de K e Al em ambos os solos, bem como suas respectivas saturações (Tabela 3).

Baseando-se no ajuste do coeficiente de regressão linear a aplicação de calcário teve menor efeito no pH do LVd em comparação com o NQ (Tabela 3). Para as concentrações de Al trocável e saturação de Al (m), a calagem resultou em uma maior diminuição no NQ em comparação com o LVd (Tabela 3). A saturação de Ca e Mg, teve seus valores elevados, sendo maior no NQ em relação ao LVd, porém com pouca diferença entre os mesmos (Tabela 3), já a saturação de K apresentou um maior redução no NQ do que no LVd (Tabela 3).

O aumento das necessidades de calagem elevou os teores de Ca e Mg nos solos proporcionou competição catiônica com o K. A competição sofrida pelo K aliada á umidade constante desses solos favoreceu a lixiviação deste nutriente que se acumulou no fundo do vaso. Desta forma, a redução no teor de K nos dois solos frente ao aumento das necessidades

de calagem se justifica pelo método de amostragem utilizado, que não possibilitou a amostragem de todo o K presente no solo e sua posterior quantificação.

No NQ a calagem agiu mais como um tampão de acidez, onde melhores resultados foram observados na neutralização do Al. O calcário neutraliza a acidez, deixando o solo com Ca e Mg no lugar dos cátions de caráter ácido. O Al é precipitado como oxihidróxido e CO_2 é despendido (SOUSA; MIRANDA & OLIVEIRA, 2007). Em relação à capacidade de fornecer nutrientes (Ca e Mg), a calagem funcionou de maneira equivalente nos dois solos, com tendências bem aproximadas entre os dois nutrientes, mas apresentando maior aumento no Ca para NQ e maior aumento no Mg para LVd.

O calcário dolomítico atua como uma fonte efetiva no fornecimento de Ca e Mg (LI et al., 2016). Comparativamente à análise química inicial, a utilização de calcário proporcionou ao solo efeito positivo no pH, Ca e Mg (SANTANA et al., 2010).

4.3 Índices ótimos de acidez do solo

Os índices ótimos de acidez para o desenvolvimento máximo da físalis foram pH de 6,2 - 6,6, saturação por bases de 65,0 - 68,7 %, saturação de Ca de 42,6 - 42,2 %, saturação de Mg de 14,1 - 14,4% e saturação de K de 8,0 - 13,7 % (Tabela 3). As concentrações de K, Ca e Mg no solo que promoveram o maior desenvolvimento foram de 4,0 - 5,0; 17,3 - 21,3 e 5,9 - 7,1 $\text{mmol}_c \text{kg}^{-1}$, respectivamente. A saturação de Al (m%) tolerada pela físalis foi de 1,6 e 7,6 (Tabela 3).

O conhecimento desses índices é essencial, no que se refere à calagem e fertilização para o cultivo de físalis. A partir do estabelecimento destes padrões químicos nos solos maiores ganhos em produtividade serão alcançados. Com posteriores adubações e práticas de manejo de uma forma geral haverá melhores respostas da físalis. A calagem promoverá uma maior disponibilidade de nutrientes, como para P que desempenha função essencial no crescimento inicial das plantas.

Os valores ótimos de acidez do solo para o desenvolvimento máximo das plantas de físalis foram maiores para o NQ do que para LVd, exceto o pH e concentração de Ca e Mg no solo (Tabela 3). O menor valor de pH para o NQ foi associado com o menor pH inicial deste solo e com a menor quantidade de calcário requerida para o máximo desenvolvimento da físalis, em comparação com o LVd. Os valores mais altos para a concentração de Ca e Mg para o LVd podem ser atribuídos a maiores exigências de cátions básicos (Ca e Mg) no desenvolvimento das plantas de físalis neste solo em relação às cultivadas no NQ (Tabela 2).

Há relatos de culturas com preferência para solos mais acidificados, como é o caso da framboesa que apresentou melhores resultados em pH de 5,8 (SIKIRIC et al., 2011) e a alfafa com valor ótimo de pH de 5,4 (MOREIRA & FAGERIA, 2010). Rothwell; Elphinstone & Dodd (2015) recomenda um intervalo ótimo de pH de 6,0 a 6,5, necessário para se obter uma estabilidade nas características químicas do solo. Estes valores não extrapolam do pH ótimo para *fisalis* estabelecido neste trabalho (6,2 - 6,6). O pH do solo de 6,7 foi relatado como adequado para o feijoeiro e valores de saturação de bases variando de 60 a 80 % (FAGERIA; BALIGAR & ZOBEL, 2007). Na cultura de pinhão-manso, o pH de 5,8 em um Neossolo Quartzarênico e 6,3 em um Latossolo Vermelho-Amarelo proporcionaram um máximo crescimento da espécie, bem como as saturações por bases de 47,5 e 57,0 % respectivamente (SILVA et al., 2016). De forma geral, valores de pH entre 6,0 a 7,0 são considerados como ideais para a produção agrícola (CAIRES et al., 2006). Na cultura da mandioca, os melhores ganhos em produtividade foram sob solo corrigido com calcário e gesso, apresentando valores médios de pH 5,8 e saturação por bases de 93 % (ANIKWE; EZE & IBUDIALO, 2016).

O teor ótimo de Ca e Mg no solo para o desenvolvimento máximo da *fisalis* foi determinado como sendo 19,3 para Ca e 6,5 mmol_c kg⁻¹ para Mg (média para os dois solos). Para o feijão comum cultivado em latossolo, os níveis adequados foram de 20 mmol_c kg⁻¹ de Ca e 10 mmol_c kg⁻¹ de Mg, para plantio convencional (FAGERIA; STONE & MOREIRA, 2008). O teor médio de Ca de 52 mmol_c kg⁻¹ em dois anos de cultivo foi o que proporcionou a melhor produção de mandioca (ANIKWE; EZE & IBUDIALO, 2016). No cultivo de pinhão-manso em solos ácidos a média do teor adequado de Ca foi de 17,0 mmol_c kg⁻¹ e para Mg foi de 5,7 mmol_c kg⁻¹ (SILVA et al., 2016).

Em relação às concentrações de Al⁺³ tolerada pela *fisalis*, os valores situaram-se entre 2,0 e 0,5 mmol_c kg⁻¹, e a saturação de Al entre 1,6 a 7,6 % (Tabela 3). Para a cultura da alfafa uma maior tolerância à acidez foi constatada, sendo de até 10 mmol_c kg⁻¹ sem reduzir o rendimento da matéria seca (MOREIRA & FAGERIA, 2010). Uma tolerância média de 1,9 mmol_c kg⁻¹ de Al e de 10,25 % para saturação de Al foi constatada no cultivo de pinhão-manso (SILVA et al., 2016).

4.4 Efeitos da calagem sobre a nutrição da *fisalis*

Para algumas culturas já estão consolidadas informações sobre os efeitos da calagem nas concentrações de nutrientes na matéria seca da parte aérea, como é o caso da soja (CAIRES et al., 2006), feijão (FAGERIA; STONE & MOREIRA, 2008), alfafa (MOREIRA

& FAGERIA, 2010), pinhão-mansão (SILVA et al., 2016) e diversas outras culturas. Já para a cultura da físalis essas informações ainda não se encontram com parâmetros definidos. A fim de obter essas informações as concentrações de nutrientes na folha diagnóstica foram determinadas.

Tabela 4: Equações de regressão linear e coeficiente de determinação (R^2) para concentração de nutrientes (\hat{y}) na folha diagnóstica de físalis em função das doses de calcário (x , t ha⁻¹) para dois solos ácidos e o valor para o máximo desenvolvimento da físalis.

Nutriente	Equação de regressão linear	R^2	Test F	Valor
Neossolo Quartzarênico				
N	$\hat{y} = 29,8 - 6,4208x$	0,85	21,8**	19,5
P	$\hat{y} = 2,7 + 0,1881x$	0,91	31,2**	3,0
K	$\hat{y} = 14,1 - 4,9403x$	0,87	33,5**	6,2
Ca	$\hat{y} = 4,0 + 3,0793x$	0,97	62,2**	8,9
Mg	$\hat{y} = 2,2 + 0,6928x$	0,84	39,8**	3,3
S	$\hat{y} = 1,2 + 1,0294x$	0,94	32,1**	2,8
B	$\hat{y} = 112,2 - 28,4296x$	0,87	25,7**	66,7
Cu	$\hat{y} = \bar{y} = 14,4$	-	2,8	14,4
Fe	$\hat{y} = 369,4 - 122,4384x$	0,99	78,4**	173,5
Mn	$\hat{y} = 36,2 - 5,3439x$	0,97	75,4**	27,6
Zn	$\hat{y} = 42,4 - 9,6917x$	0,85	36,5**	26,9
Latosolo Vermelho distrófico				
N	$\hat{y} = 34,5 - 2,0052x$	0,92	32,8**	30,5
P	$\hat{y} = 2,5 + 0,6210x$	0,98	36,2**	3,7
K	$\hat{y} = 15,0 - 0,6696x$	0,99	80,5**	13,7
Ca	$\hat{y} = 11,0 + 3,8532x$	0,99	95,3**	18,7
Mg	$\hat{y} = 2,9 + 1,1378x$	0,93	45,7**	5,2
S	$\hat{y} = 1,4 + 0,5550x$	0,97	66,2**	2,5
B	$\hat{y} = 80,1 - 10,8450x$	0,86	22,4**	58,4
Cu	$\hat{y} = \bar{y} = 14,4$	-	2,8	14,4
Fe	$\hat{y} = 276,1 - 21,9613x$	0,98	117,1**	232,2
Mn	$\hat{y} = 71,9 - 18,1447x$	0,99	108,6**	35,6
Zn	$\hat{y} = 51,7 - 9,0409x$	0,83	39,8**	33,6

^a Concentração de macronutrientes em g kg⁻¹ e micronutrientes em mg kg⁻¹.

** Significativo a 1%.

Interação significativa ($p < 0,01$) foi observada entre o tipo de solo e a necessidade de calagem para todos os nutrientes analisados, com exceção da concentração de cobre (Cu) ($p > 0,05$). As equações de regressão linear foram ajustadas para as necessidades de calagem que promoveram o máximo desenvolvimento da físalis em cada solo (Tabela 4). Para os macronutrientes, as concentrações de P, Ca, Mg e S aumentaram e as concentrações de N e K diminuíram na folha diagnóstica da físalis com o aumento da quantidade de calcário aplicado (Tabela 4). Com base no coeficiente de regressão linear (Tabela 4), o maior valor de aumento de P, Ca e Mg ocorreu no LVd e para o S no NQ. A maior redução na concentração

de N e K foi no NQ (Tabela 4). Em relação aos micronutrientes, as concentrações de B, Fe, Mn e Zn apresentaram diminuição na folha diagnóstica frente ao aumento do calcário aplicado nos solos (Tabela 4). A diminuição das concentrações de B, Fe e Zn foi maior no NQ, mas a diminuição nas concentrações de Mn foi maior no LVd (Tabela 4).

A concentração de macronutrientes na folha diagnóstica foi maior nas plantas cultivadas no LVd, com exceção do S que apresentou maior concentração no NQ (Tabela 4). Todos os micronutrientes apresentaram maiores concentrações nas plantas cultivadas no LVd, com exceção do B (Tabela 4).

Devido à falta de informações para as concentrações de nutrientes nas plantas de *ficaria*, foram utilizados para comparação Raviv & Lieth (2008) e outros trabalhos com diferentes culturas.

O aumento das necessidades de calagem teve efeito linear positivo sobre as concentrações de P e negativo sobre as concentrações de N e K nas plantas de *ficaria* (Tabela 4). No entanto, as concentrações de N e P estavam dentro do intervalo e a concentração de K abaixo do intervalo considerado adequado para tecidos vegetais sendo de estes intervalos de 1,2-5,0 g kg⁻¹ para P, 10-56 g kg⁻¹ para N e 14-64 g kg⁻¹ para K (RAVIV & LIETH, 2008). Este efeito negativo foi proporcional aos aumentos de Ca e Mg, e estão relacionados a uma maior disponibilidade de Ca e Mg no solo a partir da aplicação de calcário dolomítico (CAIRES et al., 2006).

O Ca²⁺ em baixa concentração pode provocar um efeito estimulante na absorção de K, porém ao aumentar a concentração de Ca, o estímulo diminui até ocorrer antagonismo entre esses cátions (FERNANDES & CARVALHO, 2001). Avaliada sob diferentes doses de calcário, na cultura da framboesa o teor de N nas folhas aumentou (18,1 g kg⁻¹ sem calagem para 22,7 g kg⁻¹ com calagem), mas o teor de K diminuiu após a calagem (16,1 g kg⁻¹ sem calagem e 11,8 g kg⁻¹ com a calagem), não houve alteração no teor de P nas folhas afetadas pela calagem (média de 2,7 g kg⁻¹) (SIKIRIC et al., 2011).

A concentração de Ca e Mg foi maior com a aplicação de calcário (Tabela 4), estando acima do nível considerado adequado para tecidos vegetais que é de 2,0-9,4 g kg⁻¹ para Ca e 1,0-2,1 g kg⁻¹ para Mg (RAVIV & LIETH, 2008). Apesar do S ter apresentado valores maiores quando aplicado calcário, sua concentração ficou abaixo do nível considerado ideal para tecidos das plantas (2,8 e 9,8 g kg⁻¹) (RAVIV & LIETH 2008). Para framboesa houve elevação dos teores de Ca e Mg nas folhas após a calagem sendo de 14,9 para 19,2 g kg⁻¹ e 3,5 para 5,8 g kg⁻¹ respectivamente (SIKIRIC et al., 2011). Na cultura do pinhão-mansão

cultivado sobre diferentes doses de calcário, a concentração de S encontrada na parte aérea (2,8 a 3,4 g kg⁻¹) foi considerada apropriada (SILVA et al., 2016).

As concentrações de B, Fe, Mn e Zn diminuíram em resposta ao aumento das necessidades de calagem (Tabela 4). Para B a concentração permaneceu acima da faixa considerada adequada para tecidos de plantas que é de 1,0 a 35,0 mg kg⁻¹ (RAVIV & LIETH 2008). Já a concentrações de Mn permaneceu abaixo da faixa considerada adequada para tecidos de plantas que é de 50 a 250 mg kg⁻¹ (RAVIV & LIETH 2008). As concentrações de Fe e Zn permaneceram dentro do nível adequado para tecidos de plantas que é de 50 a 550 mg kg⁻¹ para Fe e 10-100 mg kg⁻¹ para Zn (RAVIV & LIETH 2008).

A concentração foliar de Cu não mostrou resposta frente ao aumento das necessidades de calagem para ambos os solos (Tabela 4), porém quando comparado aos níveis considerados essenciais para o tecido de plantas, a concentração de Cu estava maior que o dobro da proposta por Raviv & Lieth (2008), que é de 2,3-7,0 mg kg⁻¹. Estes valores apontam para uma possível resistência em lidar com acúmulo de Cu, assim como para a cultura de *Lupinus albus* cv. Estoril (MOURATO; MARTINS & CUYPER, 2009).

Considerando os níveis adequados de nutrientes já existentes para a alfafa, Moreira & Fageria (2010) observaram que na ausência de calagem, as concentrações médias de N, Ca e Mg encontravam-se abaixo do intervalo considerado adequado. Já para K, P, S, Fe, Mn, B, Cu e Zn, as concentrações situavam-se na margem dos valores ótimos, mas estes níveis diminuíram significativamente com o aumento da quantidade de calcário aplicada, que chegou a 10,3 t ha⁻¹.

Estes valores mostram a importância da calagem para o aumento da disponibilidade de nutrientes, principalmente Ca e Mg, e que doses excessivas de calcários prejudicam a absorção principalmente dos micronutrientes, fator que também pode ser observado para a cultura da físalis.

5 CONCLUSÕES

A calagem é uma prática essencial para o cultivo da *Physalis peruviana* L. em solos ácidos, onde objetiva-se alcançar maiores produtividades.

Os padrões determinados para saturação de alumínio tolerada, saturação por bases desejada e requerimento de cálcio e magnésio são: 5,0 %, 67% e 2,5 cmol_c dm⁻³ respectivamente.

REFERÊNCIAS

- ALVAREZ V., V. H.; RIBEIRO, A. C. Calagem. RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ V., V. H. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais**. Viçosa: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais – CFSEMG, 1999. p. 43-78.
- ANIKWE, M. A. N.; EZE, J. C.; IBUDIALO, A. N. Influence of lime and gypsum application on soil properties and yield of cassava (*Manihot esculenta* Crantz.) in a degraded Ultisol in Agbani, Enugu Southeastern Nigeria. **Soil & Tillage Research**, New York, v. 158, p. 32-38, 2016.
- BASAK, B. B.; BISWAS, D. R. Potentiality of Indian rock phosphate as liming material in acid soil. **Geoderma**, Amsterdam, n. 263, p. 104-109, 2015.
- BEATON, J. D.; NELSON, W. L. **Soil fertility and fertilizers: an introduction to nutrient management**. 7 ed. New Jersey: Upper Saddle River, 2005. 513p.
- BERTONCELLI, D. J.; OLIVEIRA, M. de C.; PASSOS, A. I. dos; ARIATI, A. C.. **Qualidade de frutos de *Physalis* spp. sob diferentes doses de N**. Paraná, Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR. Anais do XVII SICITE, p.128, 2012.
- BHAT, J. A.; KUNDU, M. C.; HAZRA, G. C.; SANTRA, G. H.; MANDAL, B. Rehabilitating acid soils for increasing crop productivity through low-cost liming material. **Science of the Total Environment**, Amsterdam, n. 408, p. 4346-4353, 2010.
- CAIRES, E. F.; CHURKA, S.; GARBUIO, F. J.; FERRARI, R. A.; MORGANO, M. A. Soybean yield and quality as a function of lime and gypsum applications. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.63 n. 4, p. 370-379, 2006.
- CHATZISTATHIS, T.; ALIFRAGIS, D.; PAPAIOANNOU, A. The influence of liming on soil chemical properties and on the alleviation of manganese and copper toxicity in *Juglans regia*, *Robinia pseudoacacia*, *Eucalyptus* sp. and *Opulus* sp. plantations. **Journal of Environmental Management**, Amsterdam, n.150, p. 149-156, 2015.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solo**. Rio de Janeiro, 1997. 212p.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro, 2006. 306p.
- FAGERIA, N. K.; BALIGAR, C.; ZOBEL, W. Yield, Nutrient Uptake, and Soil Chemical Properties as Influenced by Liming and Boron Application in Common Bean in a No-Tillage System. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, Santo Antonio de Goiás, v. 38, p. 1637-1653, 2007.
- FAGERIA, N. K.; STONE, L. F.; MOREIRA, A. Liming and Manganese Influence on Common Bean Yield, Nutrient Uptake, and Changes in Soil Chemical Properties of an Oxisol Under No-Tillage System. **Journal of Plant Nutrition**, United States, v. 31, p. 1723-1735, 2008.
- FARIA, C.M.B.; COSTA, N.D.; FARIA, A.F. Ação de calcário e gesso sobre características químicas do solo e na produtividade e qualidade do tomate e melão. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 21, n. 4, p. 615-619, 2003.

FERNANDES, A. R.; CARVALHO, J. G. Crescimento de mudas de pupunheira (*Bactris gasipaes* H.B.K.) em função de relações do K com o Ca e com o Na, em solução nutritiva. **Cerne**, Lavras, v.7, v.1, p.084-089, 2001.

FERNANDES, M. S. **Nutrição mineral de plantas**, Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2006. 432p.

FINK, J. R.; INDA, A. V.; BAVARESCO, J.; BARRÓN, V.; TORRENT, J.; BAYER, C. Adsorption and desorption of phosphorus in subtropical soils as affected by management system and mineralogy. **Soil and Tillage Research**, New York, v.155, p. 62–68, 2016.

FISCHER, G.; ALMANZA-MERCHÁN, P. J.; MIRANDA, D. Importancia y cultivo de la Uchuva (*Physalis peruviana* L.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 36, n. 1, p. 001-015, 2014.

FOREY, E.; TRAP, J.; AUBERT, M. Liming impacts *Fagus sylvatica* leaf traits and litter decomposition 25 years after amendment. **Forest Ecology and Management**, Netherlands, n. 353, p. 67-76, 2015.

GONÇALVES, E.D.; ZAMBON, C.R.; PIO, R.; SILVA, L.F.O.; ALVARENGA, A.A.; CAPRONI, C.M. **Aspectos técnicos do cultivo de fisalis para o Sul de Minas**. Belo Horizonte: Epamig, 2012. 6p. (Circular Técnica, 162).

HAIR, J.F.J.; BLACK, W.C.; BABIN, B.J.; ANDERSON, R.E. **Multivariate data analysis**. 7 ed. New Jersey: Prentice Hall, 2009. 785p.

ISLABÃO, G. O.; VAHL, L. C.; TIMM, C.; PAUL, D. L.; KATH, A. H. Rice husk ash as corrective of soil acidity. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, n. 38. p. 934-941, 2014.

KINDSCHER, K.; LONG, Q.; CORBETT, S.; BOSNAK, K.; LORING, H.; COHEN, M.; TIMMERMAN, B. N. The ethnobotany and ethnopharmacology of wild tomatillos, *Physalis longifolia* Nutt., and related *Physalis* species: a review. **Economic Botany**, New York, v. 20, p. 1–13, 2012.

KOSTIC, L.; NIKOLIC, N.; SAMARDZIC, J.; MILISAVLJEVIC, M.; MAKSIMOVIĆ, V.; CAKMAK, D.; MANOJLOVIC, D.; NIKOLIC, M. Liming of anthropogenically acidified soil promotes phosphorus acquisition in the rhizosphere of wheat. **Biology and Fertility of Soils**, New York, v. 51, p. 289-298, 2015.

LI, Z.; DAI, P.; YANHUI, W.; LI, T.; WEBB, A. A.; WANG, Y.; LI, Z.; KOU, T.; SHI, G.; ZHANG, B. Effects of liming on health and growth of young *Schima superba* trees under canopy of a *Pinus massoniana* stand damaged by soil acidification in Chongqing, China. **New Forests**, New York, v. 47, p. 801-813, 2016.

MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Ceres, 1980, 251p.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. **Avaliação do estado nutricional das plantas**. Piracicaba: POTAFOS, 1997, 319p.

MANNA, M. C.; SWARUP, A.; WANJARI, R. H.; MISHRA, B.; SHAHI, D. K. Long-term fertilization, manure and liming effects on soil organic matter and crop yields. **Soil & Tillage Research**, New York, v. 94, p. 397-409, 2007.

MARES, L. E. V.; ZARAGOZA, F. A. R.; GONZÁLEZ, J. J. S. V.; VARGAS-PONCE, O. Phenology, agronomic and nutritional potential of three wild husktomato species (*Physalis*, Solanaceae) from Mexico. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 200, p. 83-94, 2016.

- MENDONÇA, E. S.; D. L. ROWELL. Mineral and organic fractions of two oxisols and their influence on the effective cation-exchange capacity. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v. 60, p.1888-1892, 1996.
- MERINO-GERGICHEVICH, C.; ALBERDI, M.; IVANOV, A. G.; REYES-DÍAZ, M. Al³⁺-Ca²⁺ interaction in plants growing in acid soils: Al-phytotoxicity response to calcareous amendments. **Journal of Soil Science and Plant Nutrition**, Temuco, v. 10, n. 3, p. 217-243, 2010.
- MIJANGOS, I.; ALBIZU, I.; EPELDE, L.; AMEZAGA, I.; MENDARTE, S.; GARBISU, C. Effects of liming on soil properties and plant performance of temperate mountainous grasslands. **Journal of Environmental Management**, Amsterdam, v. 91, p. 2066-2074, 2010.
- MOREIRA, A.; FAGERIA, N. K. Liming influence on soil chemical properties, nutritional status and yield of alfalfa grown in acid soil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 34, p. 1231-1239, 2010.
- MOURATO, M. P.; MARTINS, L. L.; CUYPERS, A. Effect of Copper on Antioxidant Enzyme Activities and Mineral Nutrition of White Lupin Plants Grown in Nutrient Solution. **Journal of Plant Nutrition**, United States, v.32, p. 1882-1900, 2009.
- MUNIZ, J.; KRETZSCHMAR, A. A.; RUFATO, L.; PELIZZA, T. R.; RUFATO, A. R.; MACEDO, T. A. General aspects of physalis cultivation. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 44, n. 6, p. 964-970, 2014.
- NARENDRULA-KOTHA, R.; NKONGOLO, K. K. Microbial response to soil liming of damaged ecosystems revealed by pyrosequencing and phospholipid fatty acid analyses. **Plos One Journal**, California, v. 1, p. 1-22, 2017.
- OUIMET, R.; MOORE, J. D. Effects of fertilization and liming on tree growth, vitality and nutrient status in boreal balsam fir stands. **Forest Ecology and Management**, Netherlands, n. 345, p. 39-49, 2015.
- PRADO, R. de M. **Nutrição de plantas**. São Paulo, UNESP, 2008. 407p.
- PUENTE, L.; PINTO, C.; CASTRO, E.; CORTÉS, M. Physalis peruviana Linnaeus, the multiple properties of a highly functional fruit: a review. **Food Research**, Canada, v. 44, p. 1733-1740, 2011.
- RABOIN, L. M.; AZAFIMAHAFALY, A. H. D.; RABENJARISOA, M. B.; RABARY, B.; DUSSERRE, J.; BECQUER, T. Improving the fertility of tropical acid soils: Liming versus biochar application? A long term comparison in the highlands of Madagascar. **Field Crops Research**, Bethesda, n.199, p. 99-108, 2016.
- RAVIV, M.; LIETH, J. H. **Soilless culture: Theory and practice**. Amsterdam: Elsevier Science. 2008. 573p.
- RODRÍGUEZ, F. E. E.; GONZÁLEZ, C.; RODRÍGUEZ, E. A.; LÓPEZ, C. E.; LANDSMAN, D.; BARRERO, L. S.; RAMÍREZ, L. M. Identification of Immunity Related Genes to Study the *Physalis peruviana* – *Fusarium oxysporum* Pathosystem. **Plos one**, Georgia, v. 8, 2013.
- ROTHWELL, S. A.; ELPHINSTONE, E. D.; DODD, I. C. Liming can decrease legume crop yield and leaf gas exchange by enhancing root to shoot ABA signalling. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v. 66, n. 8, p. 2335-2345, 2015.

- ROVEDA, G.; PEÑARANDA, A. RAMÍREZ, M.; BAQUERO, I.; GALINDO R. Diagnóstico de la fertilidad química de los suelos de los municipios de Granada y Silvanía para la producción de uchuva en Cundinamarca. **Ciencia y Tecnología Agropecuaria**, Misión, v. 13, n. 2, p. 179-188, 2012.
- RUFATO, L.; RUFATO, A. de R. **Aspectos técnicos da cultura da Physalis**, Pelotas, 2008. 32p.
- SAARSALMI, A.; TAMMINEN, P.; KUKKOLA, M.; LEVULA, T. Effects of liming on chemical properties of soil, needle nutrients and growth of Scots pine transplants. **Forest Ecology and Management**, Netherlands, n. 262, p. 278-285, 2011.
- SANTANA, G. S.; MORITA, I. M.; BIANCHI, P. P. M.; FERNANDES, F. M.; ISEPON, O. J. Atributos químicos, produção e qualidade do capim braquiária em solos corrigidos com calcário e escória silicatada. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 57, n. 3, p. 377-382, 2010.
- SANTOS, J. A. dos; FONSECA, A. F. da; ZOCCO, D.; VIEIRA, I. Special liming materials for acidity control of soils with variable charge. **African Journal of Agricultural Research**, Nigeria, v. 11, n. 31, p. 2920-2936, 2016.
- SIKIRIC, B.; CAKMAK, D.; SALJNIKOV, E.; MRVIC, V.; JAKOVLJEVIC, M.; STAJKOVIC, O.; BOGDANOVIC, D. Optimization of macroelement contents in raspberry leaves by liming in an extremely acid soil. **Spanish Journal of Agricultural Research**, Madrid, v. 9, n. 1, p. 329-337, 2011.
- SILVA, E. B. ALLEONI, L. R. F.; SANTOS, S. R.; MAGALHÃES, S. C.; FARNEZI, M. M. M. Response of Physic Nut Trees to Liming of Acidic Soils. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, London, v. 47, n. 8, p. 1023-1032, 2016.
- SILVA, F. C. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**, 2 ed. Brasília: Embrapa Informações Tecnológicas, 2009. 627p.
- SIUTA, J.; ŻUKOWSKI, B. Agroekologiczne i plonotwórcze działanie wapnowania gleb. **Inżynieria Ekologiczna**, Lublin, v. 41, p. 1-18, 2015.
- SOARES, E. L. C.; VENDRUSCOLO, G. S.; VIGNOLI-SILVA, M.; THODE, V. A.; SILVA, J. G.; MENTZ, L. A. O gênero *Physalis* L. (Solanaceae) no Rio Grande do Sul, Brasil. **Pesquisas Botânica**, São Leopoldo: Instituto Anchietano de Pesquisas, n. 60, p. 323-340, 2009.
- SOINNE, H.; HOVI, J.; TAMMEORG, P.; TURTOLA, E. Effect of biochar on phosphorus sorption and clay soil aggregate stability. **Geoderma**, Amsterdam, v. 219-220, p. 162-167, 2014.
- SOUSA, D. M. G.; MIRANDA, L. N.; OLIVEIRA, S. A. Acidez do solo e sua correção. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ V, V.H.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. **Fertilidade do solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1 ed., 2007, 1017p.
- SPARKS, D. **Environmental soil chemistry**. San Diego: Academic Press, 1995. 267p.
- TAKASU, E.; YAMADA, F.; SHIMADA, N.; KUMAGAI, N.; HIRABAYASHI, T.; SAIGUSA, M. Effect of phosphogypsum application on the chemical properties of Andosols, and the growth and Ca uptake of melon seedlings. **Soil Science and Plant Nutrition**, Temuco, v. 52, p. 760-68, 2006.
- TIECHER, T.; OLIVEIRA, L. B.; RHEINHEIMER, D. S.; QUADROS, F. L. F.; GATIBONI, L. C.; BRUNETTO, G.; KAMINSKI, J. Phosphorus application and liming effects on forage

production, floristic composition and soil chemical properties in the Campos biome, southern Brazil. **The Journal of the British Grassland Society**, Kenilworth, p. 567-579, 2013.

TROEH, F. R. & THOMPSON, L.M. **Solos e fertilidade do solo**, 6 ed. São Paulo: Andrei Ltda, 2007. 718p.

VARGAS-PONCE, O.; MARTINEZ, J. S.; TAVARES, M. P. Z.; MARES, L. E. V. Traditional management of a small-scale crop of *Physalis angulata* in Western Mexico. **Genetic Resources and Crop Evolution**, Berlim, v. 63, p. 1383-1395, 2016.